

ingeo-consult GbR • Am Truxhof 1 • 44229 Dortmund

S-Projekt UnnaKamen GmbH
Herrn Lars Heierhoff
Bahnhofstraße 37

59423 Unna



Gesellschafter
Dipl.-Ing. Rolf Funke
Dipl.-Geol. Karsten Weber

Am Truxhof 1
44229 Dortmund
fon 0231/9678985-0
fax 0231/9678985-5
mobil 0175/93458-32/-41

mail office@ingeo-consult.de

12. April 2022
Wb.g01
Proj.-Nr. 22/042

**Erschließung B-Plangebiet Nr. 07 Ka-SK "Buschweg" in Kamen
- Baugrunderkundung, Baugrundtechnische Beratung,
Vorbeurteilung im Hinblick auf Untergrundverunreinigungen -**

Auftrags-Nr. A155000/2022/005 vom 01.03.2022

Bankverbindungen:
Dortmunder Volksbank
IBAN: DE96 4416 0014 6412 2365 00
BIC: GENODEM1DOR

Sparkasse Dortmund
IBAN: DE90 4405 0199 0001 3188 70
BIC: DORTDE33XXX

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Vorbemerkungen	3
2.	Untergrundverhältnisse	4
2.1	Geologie	4
2.2	Umfang der Felduntersuchungen.....	5
2.3	Schichtenfolge/Eindringwiderstände	5
2.4	Untergurnddurchlässigkeit	6
2.5	Bodengruppen/bodenmechanische Kennwerte.....	7
2.5.1	Mutterboden	7
2.5.2	Auffüllungen.....	8
2.5.3	Schluff, schwach bis stark feinsandig, z. T. kalkhaltig, selten schwach tonig (Tallehme).....	9
2.6	Chemisch-Physikalische Untersuchungen	10
2.6.1	Untersuchungsumfang.....	10
2.6.2	Ergebnisse Auffüllungen (MP A1 - A3).....	11
2.6.3	Ergebnisse Boden (MP G1 u. MP G2)	12
2.6.4	Abfalltechnische Bewertung der Analysenbefunde	12
3.	Grundwasser.....	14
4.	Geotechnische Beratung	15
4.1	Herstellung der Verkehrsflächen.....	15
4.2	Verlegung von Rohrleitungen	17
4.3	Hydrogeologische Vorbeurteilung	18
4.4	Festlegung von Homogenbereichen	19
5.	Hinweise für die Bauausführung	21
5.1	Wasserhaltung.....	21
5.2	Erdarbeiten	22
5.2.1	Allgemein.....	22
5.2.2	Straßen- und Kanalbau.....	22
6.	Schlussbemerkungen	24

1. Vorbemerkungen

Die S-Projekt UnnaKamen GmbH, Unna, hat in Kamen die Erschließung des B-Plangebiets Nr. 07 Ka-SK "Buschweg" (Gemarkung Südkamen, Flur 1, Flurstück 698 (nördliches Teilstück) vorgesehen.

Die ingeo-consult GbR wurde durch die S-Projekt UnnaKamen GmbH beauftragt, für das o. g. Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung sowie eine geotechnische und abfalltechnische Beurteilung auszuführen.

Für die Bearbeitung standen uns die nachfolgend aufgeführten Planunterlagen zur Verfügung:

- Bestandsplan, Maßstab 1 : 250, mit detaillierter Darstellung der topographischen Verhältnisse im B-Plangebiet, aufgestellt durch die ÖbVI Dipl.-Ing. Karl-Heinz Gadziak und Dipl.-Ing. Monika Gadziak, Unna, 22.03.2022
- Bebauungsplan Nr. 07 Ka-SK "Buschweg" - Vorentwurf - Städtebauliches Konzept, Maßstab 1 : 500, aufgestellt durch die Stadt Kamen (Ortsteil Südkamen), VORABZUG vom 14.01.2022 einschl. Begründung (33 Seiten A 4)
- Luftbildkarte des GeoService.kreis-unna.de, Stand: 29.11.2021

Danach ist mit der Umgrenzung des B-Plangebiets eine Fläche von knapp 2 ha südlich der Südkamener Straße, östlich des Buschwegs definiert. An der Ostgrenze verläuft die Lothar-Kampmann-Straße, jenseits der ein Wohngebiet liegt. Südlich schließt Ackerland an. Innerhalb des o. g. Areals sind die Flurstücke 334, 677 u. 697 sowie ein Teilstück aus 698 (Liegenschaft Buschweg 41) von der Überplanung ausgenommen.

Die ursprünglich vorhandene Bebauung (Haupthaus, Nebengebäude und Schuppen des ehemaligen Hofs Schulze-Bergcamen) ist im Jahr 2020 abgerissen worden. Das eigentliche, nur ca. 1,6 ha umfassende Untersuchungsgebiet stellt sich daher als unbefestigte Freifläche dar. Während der südwestliche Quadrant als Ackerfläche dient, sind weite Teile des übrigen Geländes als Brachfläche mit spärlicher, meist grenznaher Vegetation (überwiegend Strauch-/Buschwerk u. junge Bäume) zu beschreiben. Daneben existiert zentrumsnah gelegener, ca. 450 m² großer Teich mit einem etwa 3...6 m breiten nach Süden entwickelten Graben.

Das gesamte B-Plangebiet ist hierdurch und durch weitere niedrige Böschungen und Hügel leicht reliefiert. Die Teich- und Grabensohlen liegen etwa in Höhe der Ordinate +66,4...67,7 m NHN. Ansonsten reichen die Geländehöhen von ca. +67,7 m NHN im Nordosten bis rund +69,5 m NHN im Westen.

Der städtebauliche Entwurf sieht die Errichtung von 5 Doppelhäusern und 19 freistehenden Einfamilienhäusern vor. Das Neubaugebiet soll über 2 zusammenhängende Erschließungsstraßen bzw. einen Rad-/Fußweg an die Südkamener Straße bzw. den Buschweg angebunden werden.

Die Lage des Untersuchungsgebiets kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden.

2. Untergrundverhältnisse

2.1 Geologie

Nach dem Blatt 4411 "Kamen" der Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Maßstab 1 : 25.000 (GK 25, Stand: 1905) und Blatt C4710 "Dortmund" der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100.000 (GK 100, Stand: 1987), stehen im Untersuchungsgebiet quartäre Lockergesteinsbildungen über Festgesteinen der Oberkreide an.

Bei den quartären Sedimenten handelt es sich gem. GK 25 um diluviale (d. h. pleistozäne) Tallehme (feinsandige Schluffe und tonige (Fein)sande). In der jüngeren, großmaßstäblicheren GK 100 sind diese Sedimente der Niederterrasse (Sande u. Schluffe, untergeordnet Kiese) zugeordnet. Im digitalen Kartenwerk "Geothermie" des Geologischer Dienstes NRW ist für den Standort eine relativ ungenaue Angabe zur Quartärmächtigkeit von 0...10 m zu entnehmen. Gemäß Online-Portal "Bohrungen in NRW"¹ des Geologischen Dienstes in NRW wurde die Mächtigkeit der quartären Überlagerungsböden am 24.11.2009 in der Bohrung 4411/3013 im Süden des Untersuchungsgebiets mit 8,7 m ermittelt.

Das zur Tiefe folgende Deckgebirge (Santon der Oberkreide) wird aus Tonmergelstein des sog. "Emschermergel" aufgebaut. Die Festgesteine sind am Schichtbeginn meist stark verwittert und stellen aus bodenmechanischer Sicht Lockergesteine dar. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und es folgen gesteinsharte Formationen.

Dem Fachinformationssystem "Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen"² des Geologischen Dienstes in NRW sind für die beiden 500 m x 500 m-Quadrate, über denen das Baufeld liegt, zunächst Hinweise auf ein Karstgebiet zu entnehmen. Erdfälle und Subrosionssenkungen sind aber nicht bekannt. Weiterhin wird auf mögliche Austritte unterirdischer geogener Gasgemische in Bohrungen hingewiesen.

¹ <https://www.bohrungen.nrw.de/bohrungen.html?lang=de>

Sonstige Georisiken (Bergbau, Methanausgasungen an der Tagesoberfläche und Erdbeben) können dagegen generell ausgeschlossen werden. Zur genaueren Klärung der Gefährdungspotenziale sind grundstücksbezogene Informationen erforderlich (s. Abschnitt 6.).

2.2 Umfang der Felduntersuchungen

Zur Erkundung des Baugrunds im Bereich der Erschließungs-Trassen wurden zunächst 7 Rammkernsondierungen abgeteuft. Neben den Baugrundaufschlüssen wurden jeweils Rammsondierungen mit mittelschwerem Gerät (Gem. DIN EN ISO 22476-2) niedergebracht. Die Aufschlusstiefen betragen einheitlich 5,0 m unter Geländeniveau.

Zur Durchführung von Versickerungsversuchen wurden an 3 der vorgenannten Untersuchungsstellen Baggerschürfe bis in Tiefen von 1,0...1,2 m unterhalb der Geländeoberfläche ausgehoben.

Die Lage der Aufschlusspunkte und der Schürfe kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind in Form von Schichtprofilen in den Anlagen 1/2.1 u. 1/2.2 aufgetragen.

Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel in der Südkamener Straße gewählt, dessen Lage im Lageplan der Anlage 1/1 gekennzeichnet ist. Mangels konkreter Angaben wird die Höhe zunächst mit der Kote $\pm 0,00$ m angenommen. Danach liegen die Geländehöhen im Bereich der Aufschlusspunkte zwischen den Koten +0,08 m (RKS 4) und +1,65 m (RKS 1).

2.3 Schichtenfolge/Eindringwiderstände

Die bei den Rammkernsondierungen und den Schürfen gewonnenen Bodenproben wurden seitens der ingeo-consult GbR bodenmechanisch angesprochen. Nach dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse stehen ab Geländeoberfläche folgende Bodenschichten an:

0,00 m bis 0,35 m	Mutterboden (nur RKS 1 u. 2)
0,00 m bis 0,60 m/2,70 m	Auffüllungen (nur RKS 3 - 7)
bis 5,00 m (Endteufe der Rammkernsondierungen)	Schluff , schwach bis stark feinsandig, z. T. kalkhaltig, selten schwach tonig (Tallehme)

² https://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/

Abgesehen von der Ackerfläche im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebiets (Ackerfläche) stehen ab Geländeniveau durchschnittlich 1,3 m mächtige Auffüllungen an, die überwiegend aus umgelagerten Schluffen, meist mit sandig-kiesigen Beimengungen bestehen. Teilweise wurden auch grobkörnige Auffüllungen in Form von Oberflächenbefestigungen (RKS 3 u. RKS 7) oder tieferliegenden Schutt-/Schotterlagen (RKS 5 u. 6) aufgeschlossen. Die Kiesfraktion besteht überwiegend aus Bauschutt (einschl. Ziegel- u. Betonresten) und Gesteinsbruchstücken (Schotter, Tonstein u. Grauwacke) sowie untergeordnet aus Bergematerial und Schlacke. Teilweise wurden innerhalb der Auffüllungen auch organische Anteile festgestellt (RKS 3 u. 4).

Unterhalb des Oberbodens (Pflughorizont) bzw. der Auffüllungen folgen bis zur Endteufe der Aufschlüsse in 5,0 m Tiefe generell gewachsene Schluffe (Tallehme).

Bei der Durchführung der Rammsondierungen mit mittelschwerem Gerät wurden innerhalb der Auffüllungen unterschiedliche Eindringwiderstände von $N_{10} = 2...50$ (Schläge je 10 cm Eindringtiefe) gemessen. Die zur Tiefe folgenden gewachsenen Schluffe sind überwiegend durch mittlere Eindringwiderstände von $N_{10} = 5...10$ gekennzeichnet, was einer weichen bis steifen Zustandsform entspricht. Allenfalls in Oberflächennähe sind die Schluffe teilweise (DPM 3 u. 6) über einige Dezimeter von breiiger Konsistenz.

2.4 Untergurnddurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Wasseraufnahmerate der oberflächennah anstehenden Böden wurden im Untersuchungsgebiets 3 Baggerschürfe bis 0,8...1,2 m Tiefe unterhalb der Geländeoberfläche innerhalb der Tallehme ausgehoben. Auf den gereinigten, vorgewässerten Schurfsohlen wurden von der ingeo-consult GbR sog. Schurfversickerungen durchgeführt.

Hierzu wurden die Schürfe ca. 30...50 cm über Schurfsohle mit Wasser befüllt und nach einer Vorbewässerungszeit von 15 Minuten, die bei einem mittleren Wasserdruck ($h = \frac{1}{2} \times (h_{\max} + h_{\min})$) über die Schurfgrundfläche (**L x B**) innerhalb eines Zeitraums von 60...75 Minuten versickernde Wassermenge ermittelt. Daraus wurde die Versickerungsrate **Q** errechnet. Der Abstand zwischen Versickerungsebene und Grundwasser wurde auf Grund der örtlichen Feststellungen (s. Abschnitt 3.) mit **S** = 1,2...2,3 m angesetzt.

Die rechnerische Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (k_f) erfolgt in Anlehnung an die empirische Formel nach MAROTZ (1968):

$$k_f = \frac{2 \cdot Q \cdot S}{L \cdot B \cdot (S + h)}$$

In der vorstehenden Formel bedeuten:

L = Länge des Schurfs [m]

B = Breite des Schurfs [m]

h = Mittl. Wassersäule im Schurf [m]

Q = Versickerungsrate [m³/s]

S = Abstand vom Grundwasserspiegel [m]

Die Bodenart in der Prüfebene sowie die Ergebnisse der ausgeführten Versickerungsversuche sind in der nachfolgenden Tab. **1** aufgeführt.

Tab. 1: Versickerungsraten und Durchlässigkeitsbeiwerte im Untersuchungsgebiet

Schurf Nr.	Prüfebene	Versickerungsversuch					Durchlässig- keitsbeiwert k_f
		Dauer	Druck- höhe	Absen- kung s	Versickerungsrate Q		
		[s]	[cm]	[cm]	[l/Std.]	[l/(Std. x m²)]	[m/s]
Sch 1	0,80 m x 0,50 m im Tallehm (U, fs)	3600	27,8	1,5	6,0	15,0	ca. $6,8 \times 10^{-6}$
Sch 3	0,80 m x 0,50 m im Tallehm (U, fs')	4500	47,0	2,0	6,4	16,0	ca. $6,1 \times 10^{-6}$
Sch 6	1,20 m x 0,50 m im Tallehm (U, fs')	3600	28,5	1,0	6,0	10,0	ca. $5,0 \times 10^{-6}$

Das Ergebnis von Feldversuchen sollte gemäß DWA-A 138, Anhang B, Tabelle B.1, mit einem Korrekturfaktor von 2 multipliziert werden. Daraus ergeben sich für die Tallehme Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1,0 \times 10^{-5}$ m/s bis $1,4 \times 10^{-5}$ m/s. Diese Bodenschicht ist daher gemäß DIN 18130 als "durchlässig" einzustufen.

2.5 Bodengruppen/bodenmechanische Kennwerte

2.5.1 Mutterboden

Bodengruppe nach DIN 18196

OU:

Schluffe mit organischen Beimengungen bzw. organogene Schluffe

Der Mutterboden muss vor Beginn der Erdarbeiten gesondert gewonnen werden. Sofern er weitgehend frei von Fremdbestandteilen ist, kann er für den späteren Wiedereinbau im Baufeld zwischengelagert werden. Ansonsten ist die Entsorgung des Oberbodens vorzusehen.

2.5.2 Auffüllungen

Bodengruppen nach DIN 18196
(aus bodenmechanischer Sicht)

Gruppe A: Auffüllung
 Gruppe UL: leichtplastische Schluffe
 Gruppe GU/GU+: Schluff-Kies-Gemische
 Gruppe GW/GI: weit/intermittierend gestufte Kiese
 Gruppe SW/SI: weit/intermittierend gestufte Sande

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Auffüllungen und vorhandener Fremdbestandteile muss eine Einstufung in die Bodengruppe A gem. DIN 18196 erfolgen. Während die umgelagerten Schluffe der Bodengruppe UL zuzuordnen sind, werden die bautechnischen Eigenschaften der lokal vorgefundenen kiesig-sandigen und sandig-kiesigen Auffüllungen je nach Feinkornanteil durch die Bodengruppen GW/GI und SW/SI bzw. GU/GU+ beschrieben.

Fein- und gemischtkörnige Auffüllungen neigen beim Anschneiden und gleichzeitig hohem Wassergehalt zum Ausfließen. Die Auffüllungen können erfahrungsgemäß auch grobstückige Einlagerungen (z. B. Mauerwerksreste vorheriger Bebauungen) bzw. Verfestigungen enthalten. Hierzu sind in der Ausschreibung gesonderte Positionen vorzusehen.

Die Auffüllungen dienen der Geländeprofilierung und evtl. der Arbeitsraum-/Baugrubenverfüllung zurückgebauter ehemaliger Baukörper (ehemaliges Gehöft, vgl. Abschnitt 1. u. Anlage 1/1).

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit sind die Auffüllungen mitunter auf Grund ihrer teilweise breiigen Konsistenz als schlechter Baugrund einzustufen, der für den Bau von Straßen und die Auflagerung von Rohrleitungen nicht ausreichend tragfähig ist. Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden:

Steifemodul	
- grobkörnige Auffüllungen	$E_s = 20 \dots 50 \text{ MN/m}^2$
- feinkörnige/gemischtkörnige Auffüllungen	$E_s = 4 \dots 10 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 18 \dots 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 10 \dots 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	
- grobkörnige Auffüllungen	$\varphi' = 30 \dots 35^\circ$
- feinkörnige/gemischtkörnige Auffüllungen	$\varphi' = 25 \dots 28^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	
- grobkörnige Auffüllungen	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
- feinkörnige/gemischtkörnige Auffüllungen	$c' = 2 \dots 0 \text{ kN/m}^2$

2.5.3 Schluff, schwach bis stark feinsandig, z. T. kalkhaltig, selten schwach tonig (Tallehme)

Bodengruppe nach DIN 18196

Gruppe UL:

leichtplastische Schluffe

Gruppe TL:

leichtplastische Tone

Diese Sedimente gehen genetisch auf fluviatile Transport- und Umlagerungsprozesse zurück und können deshalb Gerölle in Stein- (63...200 mm: < 10 %) bis Blockgröße (> 200 mm: < 5 %) wie Findlinge enthalten.

Bei der Durchführung von Erd- und Ausschachtungsarbeiten ist zu berücksichtigen, dass diese Böden bei hohen Wassergehalten stark bewegungsempfindlich sind und im flüssigen bis breiigen Zustand zum Ausfließen neigen. Dynamische Beanspruchungen der Schluffe (z. B. beim Befahren des Erdplanums mit Baufahrzeugen) können zu plastischen Verformungen, d. h. Aufweichungen des Baugrundes führen. Der Baugrund ist dann nicht mehr ausreichend tragfähig. Eine schädliche Zunahme des Wassergehalts kann bereits durch stärkere bzw. länger anhaltende Niederschläge eintreten.

Generell ist zum Schutz vor Stau- oder Schichtenwassereinflüssen eine ordnungsgemäße Wasserhaltung notwendig.

Die Schluffe sind sehr frostempfindlich, so dass Erdplanien innerhalb dieser Böden nach dem Freilegen im Bedarfsfall vor Frosteinwirkung zu schützen sind.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit sind diese feinkörnigen Böden als mäßiger Baugrund zu betrachten. Es wird insbesondere auf die hohe Zusammendrückbarkeit hingewiesen.

Die bodenmechanischen Kennwerte für weiche bis steife Schluffe können wie folgt angegeben werden:

Steifemodul	$E_s = 8...20 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 19...20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi' = 25...28^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c' = 10...5 \text{ kN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k = 1 \times 10^{-5} \text{ bis } 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ (abhängig vom Feinkornanteil)

2.6 Chemisch-Physikalische Untersuchungen

2.6.1 Untersuchungsumfang

Bei der Durchführung der Rammkernsondierungen wurden je Schichtwechsel und etwa je Meter gestörte Bodenproben entnommen.

Die organoleptische Ansprache der gewonnenen Bodenproben ergab im Bereich der aufgefüllten Böden z. T. geringfügige organoleptische Auffälligkeiten (Art und Aussehen der Fremdbestandteile). Die gewachsenen Böden waren ausnahmslos organoleptisch unauffällig.

Als Grundlage zur Entscheidung der Verwertbarkeit aufgefüllter Aushubböden wurden repräsentative Mischproben der aufgefüllten (MP A1 - A3) und der gewachsenen Böden (MP G1 u. G2) zusammengestellt und chemisch-physikalischen Untersuchungen unterzogen. Die Zusammensetzung der Misch- bzw. Einzelproben kann dem Probenplan/Mischplan der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tab. 2: Probenplan/Mischplan

Probe	Sondierung	Tiefe [m]	Bodenart
MP G1	RKS 1 RKS 2	0,35...1,40 0,35...1,40	U, fs U, fs
MP A1	RKS 3 RKS 4	0,00...0,30 0,30...0,60 0,20...0,40 0,40...1,50	A (G, s, u - Bauschutt, Tst) A (U, fs, o - Fäulnisgeruch) A (U, s+, g+, h - g = Bauschutt, Schlacke) A (U, fs, g, o - g = Ziegelbruch)
MP A2	RKS 5 RKS 6	0,00...1,00 1,00...1,50 1,50...2,70 0,00...0,60	A (U, fs', g - g = Schotterreste) A (U, fs', g - g = Schotterreste) A (G, s, z. T. U-Lagen - G = Bauschutt) A (U, fs' - unrein)
MP A3	RKS 6 RKS 7	0,60...0,90 0,00...0,60 0,60...0,90	A (G, s - Bergematerial, Ziegelbruch) A (S, g+ - g = Grauwacke, Tst) A (U, s, g - g = Bauschutt)
MP G2	RKS 4 RKS 6 RKS 7	1,50...2,50 0,90...1,90 0,90...1,30 1,30...2,30	U, fs, kalkhaltig U, fs' U, fs', kalkhaltig U, fs, kalkhaltig

T/t = Ton/tonig; U/u = Schluff/schluffig; S/s = Sand/sandig; G/g = Kies/kiesig; X/x = Steine/steinig; ' = schwach; + = stark
GBS = Gesteinsbruchstücke; ((...)) = stark verwittert; (...) = verwittert;

Die zusammengestellten Mischproben wurden der Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling, zur Probenvorbereitung/Homogenisierung und Durchführung der chemisch-physikalischen Analysen überstellt.

Die Mischproben wurden gem. der LAGA Mitteilung 20 (TR Boden, Tabelle II.1.2-4 und II.1.2-5) auf folgende Parameter analysiert:

Feststoff:

Arsen, Blei, Cadmium, Chrom ges., Kupfer, Nickel, Thallium, Quecksilber, Zink und Cyanide ges., Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC), Extrahierbare Organische Halogenverbindungen (EOX), Kohlenwasserstoffe (KW: C₁₀...C₂₂ und C₁₀...C₄₀), Leichtflüchtige Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX), Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Polychlorierte Biphenyle (PCB₆) sowie Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK₁₆ nach US-EPA)

Eluat:

pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Chlorid, Sulfat, Cyanid ges., Arsen, Blei, Cadmium, Chrom ges., Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Phenolindex

Der Sammelanlage 1/3 sind die Originalbefunde der Feststoff- und Eluatuntersuchungen zu entnehmen. Die Anlage 1/4 enthält eine tabellarische Zusammenstellung.

2.6.2 Ergebnisse Auffüllungen (MP A1 - A3)

Alle nachfolgenden Angaben zu Feststoffgehalten beziehen sich auf die Trockensubstanz.

LAGA-Feststoff

Nach dem Ergebnis der chemisch-physikalischen Analysen wurden im Feststoff der untersuchten Proben häufig vernachlässigbare Gehalte an **Schwermetallen** und **Arsen** festgestellt. Allerdings sind die mäßigen bis deutlichen Anreicherungen an Chrom (296 mg/kg), Cadmium (1,02 mg/kg) und Zink (460 mg/kg) in der Mischprobe MP A3 hervorzuheben. **Cyanide** (ges.) waren nicht oder nur in Spuren nachweisbar.

Bei der Untersuchung der organischen Parameter waren **EOX**, **BTEX**, **LHKW** und **PCB** nicht oder nur in einer vernachlässigbaren Größenordnung nachweisbar. Dies gilt weitgehend auch für **Kohlenwasserstoffe**, die allenfalls in der Mischprobe MP A3 (200 mg/kg) leicht angereichert sind. Dagegen wurden in 2 von 3 Proben (nicht MP A2) mäßige bis deutliche Anreicherungen an **PAK** (10,7...31,0 mg/kg) gemessen. Der Gesamtgehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) wurde mit 0,7...3,5 Masse-% ermittelt.

LAGA-Eluat

Die Eluate der untersuchten Mischproben sind als schwach bis mäßig alkalische ($\text{pH} = 8,8 \dots 10,0$), mäßig mineralisierte Wässer (elektr. Leitfähigkeit: $117 \dots 218 \mu\text{S/cm}$) mit überwiegend mäßig erhöhter Sulfatkonzentration ($31 \dots 39 \text{ mg/l}$ in 2 von 3 Proben, nicht MP A2) zu charakterisieren. Die Konzentrationen an den übrigen untersuchten Anionen (Chloride, Cyanide) sowie für den Phenolindex und die untersuchten Schwermetalle sowie Arsen sind überwiegend vernachlässigbar. Hervorzuheben sind lediglich die leicht bis mäßig erhöhten Eluatbefunde für Cyanide ($10 \mu\text{g/l}$) und Arsen ($26 \mu\text{g/l}$) in der Mischprobe MP A1.

2.6.3 Ergebnisse Boden (MP G1 u. MP G2)

Alle nachfolgenden Angaben zu Feststoffgehalten beziehen sich auf die Trockensubstanz.

LAGA-Feststoff

Nach dem Ergebnis der chemisch-physikalischen Untersuchungen wurden im Feststoff der untersuchten Proben des gewachsenen Bodens ausnahmslos unauffällige Befunde für **Schwermetalle** und **Arsen** gemessen. **Cyanide** (gesamt) waren nicht nachweisbar.

Die Untersuchung der organischen Parameter ergab für **EOX, Kohlenwasserstoffe, BTEX, LHKW, PAK** und **PCB** jeweils Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze. Die Gesamtgehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff (**TOC**) wurden jeweils mit 0,2 % ermittelt.

LAGA-Eluat

Bei den **Eluaten** der untersuchten Mischproben handelt es sich um leicht alkalische ($\text{pH} = 8,0 \dots 8,5$), gering bis mäßig mineralisierte Wässer (elektr. Leitfähigkeit: max. $231 \mu\text{S/cm}$). Die untersuchten Anionen (Chlorid, Sulfat und Cyanide) liegen nur in unauffälligen Größenordnungen vor. Bei der Überprüfung des Phenolindex und der Schwermetall- bzw. Arsenkonzentrationen ergaben sich Werte bis in Höhe der Nachweisgrenze oder nur knapp oberhalb davon.

2.6.4 Abfalltechnische Bewertung der Analysenbefunde

Im Sinne der Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ist Erdaushub meist als Abfall zu verstehen. Die Aushubmassen müssen dann in Abhängigkeit vom Grad der Verunreinigung entsorgt, d. h. verwertet bzw. beseitigt werden. Dies gilt nicht, wenn das Aushubmaterial vor Ort für die Wiederverfüllung genutzt werden soll (kein Entledigungswille).

Zur Beurteilung der Verwertbarkeit der potenziellen Aushubmaterialien werden die nachfolgend aufgeführten Bewertungsgrundlagen (s. nachfolgende Tabelle) herangezogen:

Tab. 3: Abfalltechnische Bewertungsgrundlagen

Material	Abfalltechnische Bewertungsgrundlage	Abkürzung
Boden (max. 10 % mineralische Fremdbestandteile)	LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" (Stand: 06.11.2003/05.11.2004)	TR Boden
Gemische (einschl. Boden mit mehr als 10 % an mineralischen Fremdbestandteilen)	LAGA-Mitteilung 20 "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln" (Stand: 06.11.1997/06.11.2003)	LAGA 97

Es ist zu beachten, dass die TR Boden nur für Bodenmaterial mit bis zu 10 Vol.-% an mineralischen Fremdbestandteilen gilt und keine Regeln für Auffüllungsgemische (aus Bodenmaterial mit mehr als 10 Vol.-% an mineralischen Fremdbestandteilen) enthält. Letztere werden daher mit Blick auf die Entsorgung nach LAGA 97 bewertet.

Bezüglich des Bodenaushubs repräsentieren 3 der 5 untersuchten Mischproben (MP A1 - A3) Auffüllungsgemische mit mehr als 10 % an mineralischen Fremdbestandteilen und die übrigen 2 Proben (MP G1 u. G2) die darunter gewachsenen Böden.

Tabellarische Zusammenstellungen der Grenzwerte und die daraus resultierende Einstufung sind den Anlagen 1/4.1 u. 1/4.2 zu entnehmen.

Danach sind Auffüllungen in die Verwertungsklassen Z 1.1 bis Z 2 einzustufen. Die zur Tiefe folgenden umgelagerten und gewachsenen Böden genügen dagegen den Anforderungen an den Zuordnungswert Z 0. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht über die abfalltechnische Bewertung der untersuchten Mischproben.

Tab. 4: Abfalltechnische Bewertung gem. LAGA Mitteilung 20

Probe	Zuordnungswert	wegen Grenzwertüberschreitung durch...	Abfallschlüssel
MP G1	Z 0 (TR Boden)		17 05 04
MP A1	Z 1.2 (LAGA 97)	PAK im Feststoff/Arsen im Eluat	17 05 04
MP A2	Z 1.1 (LAGA 97)	PAK im Feststoff	17 05 04
MP A3	Z 1.2 (LAGA 97)	PAK u. Chrom im Feststoff	17 05 04
MP G2	Z 0 (TR Boden)		17 05 04

3. Grundwasser

Bei der Durchführung der Felduntersuchungen am 17. u. 21.03.2022 wurde bei sämtlichen Rammkernsondierungen im Bereich des B-Plangebiets in Tiefen von 2,0...3,5 m (Median: 2,7 m) unter Geländeniveau Wasser angetroffen.

Dies entspricht einem freien Grundwasserspiegel in Höhe der Ordinaten $-1,0 \pm 0,7$ m (Süden/Südwesten) bis $-2,8 \pm 0,3$ m (im Norden). Hierbei handelt es sich jahreszeitlich bedingt um mittlere bis hohe Wasserstände.

Nach dem Blatt L4510 "Dortmund" der Karte "Grundwassergleichen in Nordrhein-Westfalen", Maßstab 1 : 50.000 (Stand: April 1988) lassen sich für das Untersuchungsgebiet zum Erhebungszeitpunkt Grundwasserstände oberhalb der Kote +65 m NN³ ablesen.

Leider liegen uns keine langjährigen Beobachtungen zur Grundwasserstandsentwicklung vor. Angesichts der im März gemessenen Grundwasserstände ist aber nach Einschätzung der ingeoconsult GbR im Rahmen einer langjährigen Entwicklung davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel noch mindestens um 0,5...1,0 m ansteigen kann. Daraus resultieren für das Untersuchungsgebiet minimale Grundwasserflurabstände von etwa 1,0...2,5 m.

Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR können zudem im gesamten Untersuchungsgebiet nach starken bzw. lang anhaltenden Niederschlägen lokale Stau- bzw. Schichtenwassereinflüsse nicht ausgeschlossen werden. Hierbei handelt es sich um versickernde Niederschläge, die innerhalb der gering durchlässigen Schluffe aufgestaut werden und ggf. auf geneigten Schichten abfließen können. Dies ist bei der Bauausführung und im Bauendzustand zu berücksichtigen (s. Abschnitt 5.1).

³Die Differenz zwischen NHN-Höhen (DHHN2016) und NN-Höhen (DHHN12) beträgt im Untersuchungsgebiet gemäß amtlicher Höhentransformation +17 mm (Berechnung über Internet-Anwendung HOETRA der Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW und HOETRA2016 der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland).

4. Geotechnische Beratung

4.1 Herstellung der Verkehrsflächen

Nach den bisher vorliegenden Planunterlagen ist die Herstellung von Fahrflächen sowie Geh- und Radwegen geplant. Angaben über die Art der Befestigung (Schwarzdecke, Pflaster, etc.) liegen nicht vor. Bis auf Weiteres wird angenommen, dass die Gradienten weitgehend im Bereich der vorhandenen Geländeoberflächen liegen werden.

Die im Untersuchungsgebiet unterhalb des Oberbodens anstehenden feinkörnigen Böden (Tal- lehme) weisen einen Feinkornanteil von >15 % auf und sind somit gem. ZTV E-StB 17 als "sehr frostempfindlich" der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Die Bemessung des Oberbaus der geplanten Verkehrsflächen sollte in Anlehnung an die RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) erfolgen.

Die **Mindestdicke des frostsicheren Unterbaus** in Bereichen sehr frostempfindlicher Böden ist dementsprechend in Abhängigkeit von der Belastungsklasse (Bk) gem. RStO 12 festzulegen.

Mit Blick auf Mehr- oder Minderdicken (RStO 12, Tabelle 7) ist darauf hinzuweisen, dass Südkamen in der Frosteinwirkungs-Zone I liegt (kein Zuschlag). Das Gelände lässt keine besonderen Klimaeinflüsse erwarten (kein Zuschlag). Allerdings sind die Wasserverhältnisse im Untergrund (Gefahr der Stau- und Schichtenwasserbildung sowie Grundwasser, vgl. Abschnitt 3.) problematisch (Zuschlag).

In der nachfolgenden Tabelle 1 (s. nächste Seite) sind die örtlichen Verhältnisse und die sich daraus rechnerisch ergebenden Zuschläge des frostsicheren Oberbaus im Bereich der hier sehr frostempfindlichen Böden tabellarisch zusammengestellt.

Konkrete Angaben über auftretenden Belastungsklassen liegen nicht vor. Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR sollte für das geplante Wohngebiet Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk 1,0 anzunehmen sein.

Tabelle 1: Zu- und Abschläge des frostsicheren Oberbaus von Fahrbahn- und Parkflächen

Örtliche Verhältnisse, Ausgangswerte und Belastungsklassen		Fahrbahn- und Parkflächen	
Belastungsklasse (Bk)		Bk 0,3	Bk 1,0 bis Bk 3,2
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTV E-StB		F3	F3
Ausgangswert⁴		50 cm	60 cm
Örtliche Verhältnisse⁵			
Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm	± 0 cm
kleinräumige Klimaunterschiede	keine besondere Ein- flüsse	± 0 cm	± 0 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	Grund- oder Schichten- wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm	+ 5 cm
Lage der Gradiente	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm	± 0 cm
Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahr- bahn über Mulden, Gräben bzw. Böschun- gen	± 0 cm	± 0 cm
	Entwässerung der Fahr- bahn über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitun- gen	- 5 cm	- 5 cm
Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus		50...55 cm	60...65 cm

⁴ Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke gem.

RStO 12, Tabelle 6 (für Fahrbahnen und Parkflächen)

⁵ Festlegung der örtlichen Verhältnisse gem. RStO 12, Tabelle 7

Demnach beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Fahrbahnoberbaus in Abhängigkeit der Belastungsklasse und der örtlichen Verhältnisse 50...65 cm. Die konkrete Mindestdicke des frostsicheren Gesamtaufbaus ist durch eine Detailplanung in Abhängigkeit der Belastungsklassen, kleinräumigen Klimaunterschiede, der Lage der Gradiente sowie der Entwässerung festzulegen.

Gemäß RStO 12, Abschnitt 5.2, erfordert die Herstellung von Geh- und Radwegen bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 die Herstellung eines Mindestens 30 cm dicken frostsicheren Oberbaus. Die Dicke der Tragschicht ist nach RStO 12, Tabelle 8, in Abhängigkeit der Verformungsstabilität festzulegen. Hierbei sind Klimaeinflüsse, Wasserverhältnisse sowie Überfahrten für Kraftfahrzeuge angemessen zu berücksichtigen.

Mit Blick auf die geplante Erschließungsmaßnahme ist nochmals ausdrücklich auf die besonderen bodenmechanischen Eigenschaften der unterhalb des Oberbodens bis mindestens 5 m Tiefe anstehenden Tallehme hinzuweisen.

Die schwach bis stark feinsandigen, teils schwach tonigen Schluffe sind durch sehr geringe bis geringe Plastizitätszahlen gekennzeichnet, so dass diese Böden schon bei geringen Wassergehaltsänderungen aufweichen. Bereits im Ist-Zustand genügen die frostempfindlichen Böden (F3 gem. ZTV E-StB 17) nicht den Anforderungen an die Verformungsstabilität des Rohplanums unterhalb geplanter Straßenaufbauten ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$). Diese lassen sich auch durch Verdichten i. d. R. nicht erreichen. Gemäß ZTV E-StB 17, Abschnitt 4.5.2, sind somit Maßnahmen zur Baugrundverbesserung einzuplanen. Alternativ ist die planerisch erforderliche Dicke der ungebundenen Tragschichten zu vergrößern.

Um die gem. ZTV E-StB 17, Abschnitt 4.5, geforderten Verformungsmoduln von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum erreichen zu können, sollten die dort anstehenden Böden durch das Einfräsen eines Bindemittels stabilisiert werden. Hierbei ist die Lage von eventuell vorhandenen Versorgungsleitungen zu berücksichtigen. Gemäß ZTV E-StB 17, Abschnitt 4.5, sind an das Rohplanum einer kontrollierten Geländeauffüllung mit frostempfindlichem, durch Kalkzugabe konditioniertem Material erhöhte Anforderungen an das Verformungsverhalten zu stellen ($E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$). Diese Verformungsstabilität ist dann in der Ausschreibung zu definieren und mittels Plattendruckversuchen (gem. DIN 18134) zu überprüfen.

4.2 Verlegung von Rohrleitungen

Konkrete Planungen zur Tiefenlage der Rohrleitungen liegen aktuell nicht vor. Die Bestandskanäle im Buschweg und der Südkamener Straße liegen gem. Bestandsplan ca. 1,4...2,7 m unter Geländeniveau. Bis auf Weiteres ist davon auszugehen, dass auch die neuen Entwässerungskanäle überwiegend in Tiefen von 2...3 m verlegt werden. Demnach liegen die Rohrsohlen meist innerhalb von gewachsenen Böden (Löß), wahrscheinlich im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels (vgl. Abschnitt 3).

Die quartären Überlagerungsböden sind bei Ausbildung einer qualifizierten Rohrbettung (siehe Abschnitt 5.2) für die Auflagerung von Rohrleitungen ausreichend tragfähig. Da die Rohrgräben im Einflussbereich des Grundwassers liegen können, muss - in Abhängigkeit von den tatsächlichen Grundwasserständen während der Bauausführung - eine Grundwasserabsenkung bis mindestens

0,5 m unter Grabensohle zur Entwässerung und Stabilisierung der Böden im Sohlbereich vorgenommen werden. Nähere Angaben hierzu sind dem Abschnitt 5.1 zu entnehmen.

Auf Grund der voraussichtlich meist geringen Tiefenlage der Rohrsohlen bieten grabenlose Rohrverlegeverfahren wahrscheinlich keinen Kostenvorteil. Der Kanalbau wird daher voraussichtlich in offener Bauweise erfolgen. Hierbei werden die Rohrleitungen in offenen Baugruben bzw. Rohrgräben verlegt, die nachträglich wieder verfüllt werden. Generell ist die Rohrverlegung in geböschten bzw. verbauten Rohrgräben möglich.

Bei ausreichendem Platzangebot können die Rohrgräben unter Beachtung der DIN 4124 in geböschter Form ($\beta \leq 45^\circ$) angelegt werden. Angesichts einer möglichen Aushubminimierung kann die Sicherung der Rohrgräben durch einen Verbau wirtschaftlicher sein. Hierzu können beispielsweise gegenseitig ausgesteifte Gleitbänkeverbauwerke oder Kanaldielenverbauwerke eingesetzt werden. Entscheidend für die Wahl des Verbausystems bzw. für die Kanaldielenlänge sind die Ergebnisse einer statischen Berechnung.

Für die Dimensionierung der Verbauwerke sind die bodenmechanischen Kennwerte gemäß Abschnitt 2.5ff anzusetzen. Sofern im Einflussbereich der Rohrgräben setzungsempfindliche Bauwerke bzw. parallel verlaufende Versorgungsleitungen vorhanden sind, ist ein verformungsarmer Verbau vorzusehen, der unter Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks ($K = 0,5 \times (K_0 + K_a)$) bemessen werden muss.

4.3 Hydrogeologische Vorbeurteilung

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" (April 2005) ist für den Betrieb einer Versickerungsanlage eine Minstdurchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s erforderlich. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickerraums, d. h. der Abstand zwischen UK Versickerungsanlage und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand bzw. einem Grundwassernichtleiter mindestens 1,0 m betragen. In Ausnahmefällen (bei unbedenklichen Niederschlagswasserabflüssen und geringer stofflicher Belastung) sind auch geringere Sickerraummächtigkeiten mindestens jedoch 0,5 m vertretbar.

Nach dem Ergebnis von 3 Schurfversickerungen im Untersuchungsgebiet beträgt die mittlere Untergrunddurchlässigkeit aus allen Einzelversuchen im untersuchten Teil des Plangebiets rechnerisch ca. $k_f = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (s. Abschnitt 2.4). Für die Bemessung von Versickerungsanlagen sollte vorsorglich nur ein **Bemessungswert der Untergrunddurchlässigkeit** von $k_f = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ angesetzt werden.

Wie bereits im Abschnitt 3 beschrieben, wurden im gesamten Untersuchungsgebiet Grundwasserflurabstände von 2,0...3,5 m gemessen. Der höchste zu erwartende Grundwasserspiegel wird nach Einschätzung der ingeo-consult GbR mindestens 0,5...1,0 m höher liegen. Damit ist für die Anordnung von Versickerungsbecken und Mulden wahrscheinlich ein ausreichend großer Sickerraum gegeben. Die Realisierbarkeit von Rigolen ist zunächst kritisch zu bewerten. Eine genauere Einschätzung setzt die Einrichtung von Grundwassermessstellen und deren Beobachtung voraus.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten innerhalb des Untersuchungsgebiets eine Versickerung von Niederschlagswasser mindestens über Becken/Mulden möglich ist.

4.4 Festlegung von Homogenbereichen

Bis auf Weiteres wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Erschließungsmaßnahme für die Sicherung von Rohrgräben weder Bohr- noch Ramm-, Rüttel- u. Pressarbeiten erforderlich werden.

Allerdings müssen Abtrags- und Aushubarbeiten ausgeführt werden, die u. a. das Lösen, Laden und Fördern von Boden und sonstigen Stoffen erforderlich machen. Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für diese Arbeiten sind in den folgenden Normen der VOB/C geregelt:

- DIN 18300 "Erdarbeiten"
- DIN 18320 "Landschaftsbauarbeiten"

Nach diesen Normen sind Boden/Fels bzw. künstliche Böden und Stoffe, in denen vorgenannte Arbeiten durchzuführen sind, in sog. **Homogenbereiche** einzuteilen.

Die Ermittlung der Eigenschaften und Kennwerte eines Homogenbereichs erfolgt durch Literatur- und Internetrecherchen und wird ggf. um Erfahrungswerte ergänzt. Sofern die maßgebenden Kenngrößen in genaueren Bandbreiten ermittelt werden sollen, sind ergänzende Feld- und Laboruntersuchungen erforderlich.

Die Erdarbeiten sind nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung einheitlich innerhalb der Lockergesteinsüberdeckung auszuführen, die im Untersuchungsgebiet aus 3 Schichteinheiten besteht.

Tab. 5: Einteilung des Baugrundaufbaus in Homogenbereiche

Schichteinheiten		Homogenbereiche	
Nr.	Baugrundschrift	DIN 18300 Erdarbeiten - Lösen -	DIN 18300 Erdarbeiten - Einbauen -
1	Grob-/Gemischtkörnige Auffüllungen	LÖS - A	EIN - A
2	Feinkörnige Auffüllungen		EIN - B
3	Schluffe		

Grundsätzlich sind die Auffüllungen (die grob-/gemischtkörnige und feinkörnige Böden enthalten) beim Aushub von den gewachsenen Böden zu separieren. Dementsprechend werden unterschieden nach den jeweiligen Arbeiten die in der oben stehenden Tabelle angegebenen 3 Homogenbereiche ausgewiesen.

Die maßgeblichen Eigenschaften und Kennwerte der o. g. Homogenbereiche sind in der Anlage 1/5 tabellarisch zusammengestellt.

In Teilen des Untersuchungsgebiets steht Oberboden an (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Böden sind zu Baubeginn im Baufeld abzuschieben und ggf. für den anschließenden Wiedereinbau seitlich zu lagern. Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für die Arbeiten sind in der DIN 18320 "Landschaftsbauarbeiten" geregelt, nach der Oberboden einen eigenen Homogenbereich darstellt, dessen maßgebliche Eigenschaften in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle 2: Homogenbereich "Oberboden" gem. DIN 18320

Homogenbereich		LÖS/EIN - O
Ortsübliche Bezeichnung		Mutterboden
Bodengruppe gem. DIN 18196		OU
Bodengruppe gem. DIN 18915		5a
Massenanteil gem. DIN EN ISO 14688-1		
- Steine	%	< 5
- Blöcke	%	< 5
- große Blöcke	%	< 5

5. Hinweise für die Bauausführung

5.1 Wasserhaltung

Im Zuge der Straßenbauarbeiten wird nicht in das Grundwasser eingegriffen. Es jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass generell in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer vorangegangener Niederschläge Stau- und Schichtenwassereinflüsse eintreten können (s. Abschnitt 3.).

Seitens der ingeo-consult GbR wird deshalb empfohlen, während der Bauzeit eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe und Tauchpumpen) zur Ableitung des anfallenden Stau- und Oberflächenwassers vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Hierbei handelt es sich um eine Ergänzung zur obligatorischen Tagwasserhaltung und damit im Sinne der VOB/C um eine besondere Leistung.

Anfallendes Oberflächenwasser sollte bereits vor dem Eintritt in die Baugrube gefasst und kontrolliert abgeführt werden. Hierzu kann ein hangparalleles Gerinne mit dichter Sohle und einheitlichem Gefälle oberhalb der Böschungskronen angeordnet werden. Alternativ sind mindestens Aufkantungungen ($h = \max. 0,5 \text{ m}$) aus Aushubmaterial herzustellen. Dabei ist der freie Abfluss von Tagwasser zu tiefer liegenden Bereichen aufrecht zu erhalten.

Bezüglich der Verlegung von Rohrleitungen sind eindeutige Angaben zum Erfordernis einer Grundwasserabsenkung sowie deren Art und Umfang derzeit nicht möglich, da weder die Tiefenlage der Entwässerungskanäle festliegt, noch gesicherte Erkenntnisse über den maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel existieren.

Fakt ist, dass auf Grundlage der Baugrunderkundung minimale Grundwasserflurabstände von etwa 1,0...2,5 m nicht auszuschließen sind. Sofern entsprechende Eingriffstiefen nicht planerisch ausgeschlossen werden können, sollten im Untersuchungsgebiet 3 Grundwassermessstellen eingerichtet werden, um die Wasserverhältnisse (Grund- und/oder Stauwasser) genauer zu ermitteln und bis zum Maßnahmenbeginn beobachten zu können.

5.2 Erdarbeiten

5.2.1 Allgemein

Beim Aushub der Rohrgräben und Baugruben werden neben grobkörnigen Auffüllungsgemischen fein- und gemischtkörnige Auffüllungen sowie gewachsene Schluffe angeschnitten, die je nach Feinkornanteil bei hohen Sättigungsgraden zum Ausfließen neigen bzw. stark bewegungsempfindlich sind. Daher sind dynamische Beanspruchungen der fein- körnigen Böden - insbesondere bei hohen Wassergehalten - unbedingt zu vermeiden.

Bei der Herstellung der Baugruben sind generell die Hinweise der DIN 4124 zu beachten. Die maximal zulässigen Böschungswinkel innerhalb der Lockergesteinsüberlagerung betragen $\beta = 45^\circ$.

Der Aushub sollte mit einem Standgerät rückschreitend erfolgen. Beim Aushub innerhalb der gewachsenen Böden ist das Aushubgerät mit einer Grabenschaufel bzw. einer Baggerschaufel ohne Zähne auszurüsten. Mit diesem Gerät lässt sich die Aushubsohle ebenflächig ohne tiefreichende Störung des Baugrunds herstellen.

Baustellenverkehr ist nur auf ordnungsgemäß angelegten Baustraßen von ausreichender Breite (evtl. Begegnungsverkehr beachten) möglich. Der Straßenaufbau sollte mindestens $d = 0,5 \text{ m}$ betragen und aus einem frostsicheren, volumenbeständigen und umweltverträglichen Erdbaustoff hergestellt werden. Zwischen Erdplanum und dem Tragschichtmaterial ist ein ausreichend robustes Trennvlies anzuordnen. In der Ausschreibung sollte eine Unterhaltung der Baustraßen einschl. bedarfsweiser Nachschotterung berücksichtigt werden.

Extern angelieferte Fremdmaterialien sind grundsätzlich vor dem Einbau durch die ingeo-consult GbR auf ihre bodenmechanische und umwelthygienische Eignung überprüfen zu lassen. Hierzu sind durch die bauausführende Firma jeweils die Gütezeugnisse vorzulegen.

5.2.2 Straßen- und Kanalbau

Sollten im Bereich planmäßiger Aushubebenen (Rohplanum Straße, Rohraufleger) aufgeweichte oder aufgelockerte Bodenpartien anstehen, so sind diese gegebenenfalls in Handschachtung zu entfernen und gegen ein geeignetes Bodenersatzmaterial (Trag-/Frostschutzmaterial bzw. Bettungsmaterial) auszutauschen.

Erdplanien u. Baugruben-/Rohrgrabensohlen sind zum Schutz vor Witterungs- und Baustelleneinflüssen unmittelbar nach dem Freilegen mit dem Material der Rohrbettung bzw. der Filter- oder Tragschicht abzudecken. Die Materialien sollten so gewählt werden, dass sie auch als Filtermaterialien geeignet sind (z. B. lehmfreier Kiessand Körnung 0/32 mm oder vergleichbares Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm). Hierzu ist der Feinkornanteil ($< 0,063$ mm) auf max. 7 % zu begrenzen. Das Tragschichtmaterial muss die Anforderungen der ZTV SoB-StB 20 an Schottertragschichten erfüllen. Die Rohrbettung (Bettungstyp 1 gem. DIN 1610) muss eine Schichtdicke der unteren Bettungsschicht 10 cm zuzüglich 1/10 der Nennweite des Rohres betragen.

Bei der Verfüllung von Rohrgräben sind generell die Hinweise der ZTV A-StB 12 zu berücksichtigen. Der Verdichtungsgrad der Rohrgrabenverfüllung muss im Bereich von Verkehrsflächen über die gesamte Schütthöhe mindestens $D_{Pr} \geq 98$ % der einfachen Proctordichte betragen.

Bindige Böden mit hohen Wassergehalten können erst nach Zwischenlagerung und Trocknung bei geeigneter Witterung für den Wiedereinbau verwendet werden. Die Verarbeitbarkeit der vorhandenen Schluffe bei hohen Wassergehalten lässt sich durch die Zugabe von Kalk oder Zement (etwa 3...5 Gew.-%) in gewissen Grenzen verbessern. Es wird jedoch auf die Schwierigkeiten beim Einbauen und Verdichten von bindigen Böden (Verdichtbarkeitsklasse V 3 gemäß ZTV A-StB 12) z. B. in engen Rohrgräben hingewiesen.

Bereits beim Aushub sollten die zur Wiederverfüllung geeigneten Böden separiert und ordnungsgemäß auf Bodenmieten zwischengelagert werden. Dabei sind die Oberflächen der Bodenmieten möglichst glatt abzuwalzen, damit das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert wird. Aus dem gleichen Grund müssen Mieten als Sattelprofil mit ausreichendem Gefälle (ca. 2...4 %) zu den möglichst steil auszubildenden Flanken angelegt werden. Beim Einbau einer Filterschicht in der Aufstandsebene der Bodenmieten kann der Wassergehalt bindiger Böden zusätzlich reduziert werden.

Zur Verfüllung der Rohrgräben im Bereich der Leitungszone sowie zur Herstellung des Straßenaufbaus wird ggf. die Anlieferung von Fremdmaterialien erforderlich, die alternativ auch innerhalb der Verfüllzone eingesetzt werden können, sofern das gewonnene Aushubmaterial bei hohen Wassergehalten schlechte Verdichtungseigenschaften aufweist oder evtl. aus umwelthygienischer Sicht nicht eingesetzt werden darf. Hierzu sind kornabgestufte, volumenbeständige, umweltverträgliche Erdbaustoffe einzusetzen. Die Eignung von Fremdmaterialien ist durch entsprechende Gütezeugnisse nachzuweisen.

Um sicherzustellen, dass die Rohrverlegung jeweils auf ungestörten Böden mit ausreichender Tragfähigkeit erfolgt, ist vor dem Einbau des Tragschicht- bzw. Bettungsmaterials eine Abnahme der Baugruben- und Rohrgrabensohle durch einen Bearbeiter der ingeo-consult GbR erforderlich. Darüber hinaus ist das Planum im Bereich der Verkehrswege durch den v. g. geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

6. Schlussbemerkungen

Es wurde darauf hingewiesen, dass nach dem einschlägigen Online-Kartenwerk des Geologischen Dienstes in NRW Georisiken für das Baufeld nicht auszuschließen sind (s. Abschnitt 2.). Gleichwohl sind die Angaben nicht grundstücksgenau. Das ausgewiesene Risiko von Gasaustritten in Bohrungen kann vernachlässigt werden, solange keine Bohrungen bis in das Deckgebirge ausgeführt werden. Auch die Gefährdung des Baufelds durch Karsteinwirkungen wird seitens der ingeo-consult GbR auf Grund der örtlichen Erfahrungen und angesichts des Fehlens von Erdfällen und Subrosionssenken als wenig wahrscheinlich angesehen.

Nähere Informationen können in Form einer kostenpflichtigen grundstücksbezogenen Auskunft über das o. g. Portal eingeholt werden. Eine genauere Einschätzung des Risikos karstbedingter Einwirkungen setzt die Durchführung kostenaufwändiger Erkundungsbohrungen voraus.

Beim Bau von Kanälen und unterkellerten Gebäuden können Eingriffe in das Grundwasser zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht sicher ausgeschlossen werden (s. Abschnitte 3. u. 5.1). Um die konkrete Ausführung festzulegen - neben Kenntnis tatsächlichen Eingriffstiefe (Lage der Rohr- und Gebäudesohlen) die zu unterschiedlichen Ausführungszeiträume herrschenden Grundwasserstände besser abgeschätzt werden. Hierzu wird bei Bedarf die Einrichtung von 3 Grundwassermessstellen und die Durchführung eines Monitorings bis zum Baubeginn empfohlen.

Sofern im Zuge der weiteren Bearbeitung nennenswerte Planungsänderungen (z. B. lage- und/oder höhenmäßige Verschiebungen der Erschließungstrassen) vorgenommen werden, bitten wir um Benachrichtigung, damit ggf. eine ergänzende gründungstechnische Beurteilung erfolgen kann.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse dieser Baugrunderkundung im Wesentlichen auf die Baufenster im B-Plangebiet übertragen werden können. Als Grundlage für eine gründungstechnische Beratung sind aber dennoch objektbezogene Ergänzungsuntersuchungen zu empfehlen.

ingeo-consult GbR

gez. Funke
(Dipl.-Ing.)



Weber
(Dipl.-Geol.)

Anlagen: 1/1 und 1/5

Verteiler:

- S-Projekt UnnaKamen GmbH, Herrn Lars Heierhoff, Bahnhofstraße 37, 59423 Unna, 3x

E:\2022\22_04\22_042_Lageplan1_1

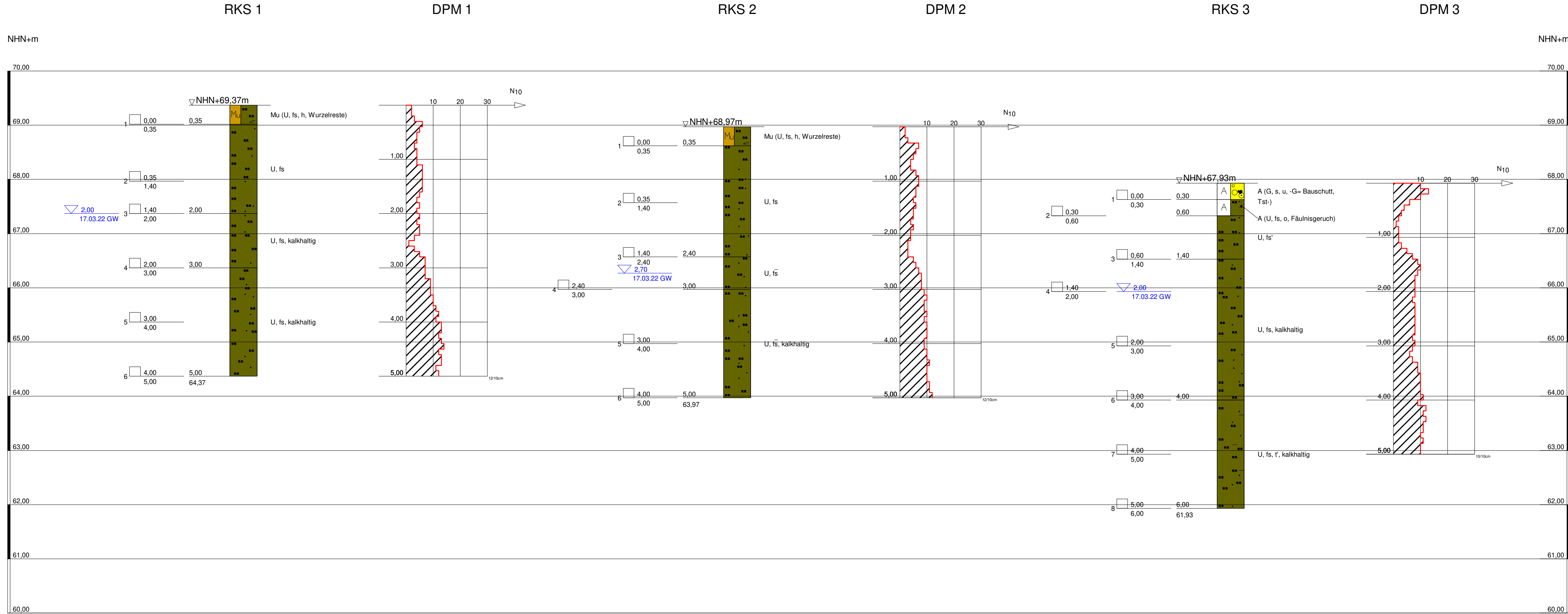




ingeo-consult GbR
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Am Truxhof 1 Tel.: 0231/9678985 - 0
44229 Dortmund Fax.: 0231/9678985 - 5

STADTprojekt GmbH Erschließung B-Plangebiet NR.07 Ka-SK "Buschweg" in Kamen				Proj.-Nr.: 22/042
Lageplan, Maßstab 1 : 500				Anlage Nr.: 1/1
Längenmaßstab	Höhenmaßstab	Datum	gezeichnet	Bearbeiter
-----	-----	12.04.2022	Rossel	Weber

Schnitt A - A



ZEICHENERKLÄRUNG (nach DIN 4023)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

- ▽ Grundwasser angebohrt
□ Bohrprobe (Glas 0.7l)

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies		G	
Mudde	organisch	F	o
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Ton	tonig	T	t
Torf	humos	H	h

KORNGRÖßENBEREICH

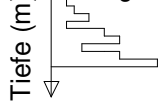
- f fein
m mittel
g grob

- NEBENANTEILE
- schwach (< 15 %)
- stark (ca. 30-40 %)
" sehr schwach; " sehr stark

KALKGEHALT k+ kalkhaltig

RAMMDIAGRAMM

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe



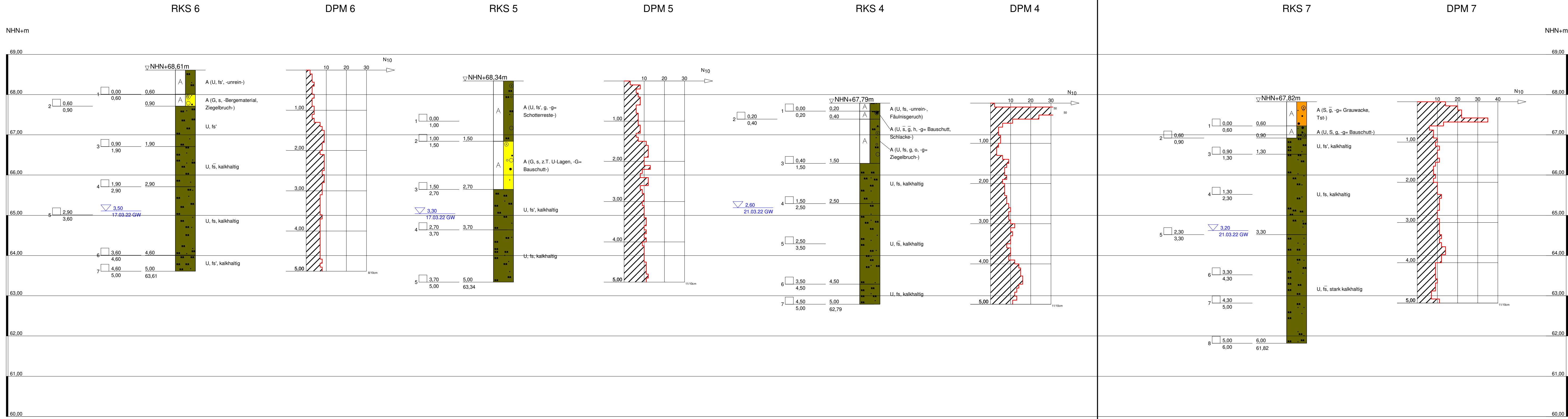
Rammsondierung nach DIN 4094 (alte Norm) bzw. DIN EN ISO 22476-2 (neue Norm)

	leicht	mittelschwer	schwer
	alt	neu	
	DPL	DPM*	DPH
Spitzenquerschnitt	10.00 cm²	10.00 cm²	15.00 cm²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rammbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg

ingeo-consult GbR
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Am Truxhof 1 44229 Dortmund
Tel.: 0231/9678985-0 Fax.: 0231/9678985-5

STADTprojekt GmbH	Proj.-Nr.: 22/042			
Erschließung B-Plangebiet NR.07 Ka-SK "Buschweg" in Kamen	Anlage-Nr.: 1/2.1			
Schichtprofile und Rammdialogramme Schnitt A - A				
Längenmaßstab: ---	Höhenmaßstab: 1 : 50	Datum: 07.04.2022	Gezeichnet: Rossel	Bearbeiter: Weber

Schnitt B - B



ZEICHENERKLÄRUNG (nach DIN 4023)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

▽ Grundwasser angebohrt
□ Bohrprobe (Glas 0.7l)

BODENARTEN

Auffüllung	A	
Kies	kiesig	G g
Mudde	organisch	F o
Sand	sandig	S s
Schluff		U
Torf	humos	H h

KORNGRÖßENBEREICH

f fein
m mittel
g grob

NEBENANTEILE

- schwach (< 15 %)
" stark (ca. 30-40 %)
" sehr schwach; " sehr stark

KALKGEHALT

k+ kalkhaltig
k++ stark kalkhaltig



Rammsondierung nach DIN 4094 (alte Norm) bzw. DIN EN ISO 22476-2 (neue Norm)

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzenquerschnitt	DPL 10.00 cm²	alt DPM* 10.00 cm²	neu DPM 15.00 cm²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
Rambbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg

ingeo-consult GbR
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Am Truxhof 1 44229 Dortmund
Tel.: 0231/9678985-0 Fax.: 0231/9678985-5

STADTprojekt GmbH	Proj.-Nr.:			
Erschließung B-Plangebiet NR.07 Ka-SK "Buschweg" in Kamen	22/042			
Schichtprofile und Rammdigramme Schnitt B - B	Anlage-Nr.:			
	1/2.2			
Längenmaßstab: ---	Höhenmaßstab: 1 : 50	Datum: 07.04.2022	Gezeichnet: Rossel	Bearbeiter: Weber

Sammelanlage 1/3

**Zusammenstellung der Ergebnisse der
Eurofins Umwelt West GmbH, Wesseling**

Feststoff-/Eluatanalytik gem.
LAGA-Mitteilung Nr. 20, Tab. II.1.2-4 und II.1.2-5
an den Proben

MP G1, MP A1, MP A2, MP A31 u. MP G2

(9Seiten)

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

ingeo-consult GbR
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
Am Truxhof 1
44229 Dortmund
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2022-004190-01
Ihre Auftragsreferenz	22/042 B-Plangebiet Buschweg, Kamen
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2022-004190
Anzahl Proben	5
Probenart	Boden
Probeneingang	01.04.2022
Prüfzeitraum	01.04.2022 - 08.04.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Alina Bonet
Prüfleitung
+49 2236 897204

Digital signiert, 08.04.2022

Alina Bonet

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G1	MP A1	MP A2	MP A3
			BG	Einheit	777-2022-00013431	777-2022-00013432	777-2022-00013433	777-2022-00013434

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	L8	DIN 19747: 2009-07		kg	1,0	1,5	1,7	1,4
Fremdstoffe (Art)	L8	DIN 19747: 2009-07			keine	keine	keine	keine
Fremdstoffe (Menge)	L8	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	L8	DIN 19747: 2009-07			Nein	ja	ja	ja
Königswasseraufschluss	L8	DIN EN 13657: 2003-01			X	X	X	X

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	L8	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	82,6	85,5	85,8	89,7
pH in CaCl ₂	L8	DIN ISO 10390: 2005-12			-	8,4	-	7,8

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg / kg TS	< 0,5	0,9	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	------------------------	-----	------------	-------	-----	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01

Arsen (As)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg / kg TS	6,5	9,3	7,2	5,8
Blei (Pb)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2,0	mg / kg TS	10	64	15	45
Cadmium (Cd)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg / kg TS	< 0,2	0,4	0,2	0,4
Chrom (Cr)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	21	80	24	296
Kupfer (Cu)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	10	25	16	33
Nickel (Ni)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	14	16	19	22
Quecksilber (Hg)	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg / kg TS	< 0,07	0,08	< 0,07	1,02
Thallium (Tl)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg / kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	39	132	67	460

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,2	3,5	0,7	1,7
EOX	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg / kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	L8	LAGA KW/04: 2019-09	40,0	mg / kg TS	< 40	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	L8	LAGA KW/04: 2019-09	40,0	mg / kg TS	< 40	< 40	< 40	200

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,07	< 0,05	1,3
Ethylbenzol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G1	MP A1	MP A2	MP A3
			BG	Einheit	777-2022-00013431	777-2022-00013432	777-2022-00013433	777-2022-00013434

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

o-Xylol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	0,14	(n.b.) ¹⁾	1,30

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,06	< 0,05	0,16
Acenaphthylen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13
Acenaphthen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,07	< 0,05	0,22
Fluoren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,07	< 0,05	0,22
Phenanthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,91	0,08	0,64
Anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,18	< 0,05	0,31
Fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	1,3	0,20	3,5
Pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,79	0,14	3,4
Benzo[a]anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	1,4	0,12	2,9
Chrysen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	1,3	0,10	2,7
Benzo[b]fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	1,9	0,17	6,0
Benzo[k]fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,59	0,06	1,8
Benzo[a]pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	1,1	0,10	4,1
Indeno[1,2,3-cd]pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,45	0,08	2,4
Dibenzo[a,h]anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,13	< 0,05	0,42

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G1	MP A1	MP A2	MP A3
			BG	Einheit	777-2022-00013431	777-2022-00013432	777-2022-00013433	777-2022-00013434

PAK aus der Originalsubstanz

Benzo[ghi]perylene	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05	0,43	0,09	2,1
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	10,7	1,14	31,0
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	10,6	1,14	30,8

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾
PCB 118	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾	(n.b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,0	10,0	8,8	9,5
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	19,9	19,8	19,8	19,8
Leitfähigkeit bei 25°C	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5,0	µS / cm	66	218	117	207

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg / l	< 1,0	2,2	1,2	2,5
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg / l	2,4	39	14	31
Cyanide, gesamt	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg / l	< 0,005	0,010	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	< 0,001	0,026	0,003	0,007
Blei (Pb)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	0,002	0,004	< 0,001	0,001
Kupfer (Cu)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg / l	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	0,001	0,002	0,001	0,001
Quecksilber (Hg)	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg / l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Thallium (Tl)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg / l	-	< 0,0002	-	< 0,0002

Parametername	Akk.	Methode	Probenreferenz		MP G1	MP A1	MP A2	MP A3
			BG	Einheit	777-2022-00013431	777-2022-00013432	777-2022-00013433	777-2022-00013434

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Zink (Zn)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg / l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
-----------	----	--------------------------------------	------	--------	--------	--------	--------	--------

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	L8	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg / l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
---------------------------------	----	------------------------------------	------	--------	--------	--------	--------	--------

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G2
			BG	Einheit	777-2022-00013435

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	L8	DIN 19747: 2009-07		kg	1,8
Fremdstoffe (Art)	L8	DIN 19747: 2009-07			keine
Fremdstoffe (Menge)	L8	DIN 19747: 2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	L8	DIN 19747: 2009-07			Nein
Königswasseraufschluss	L8	DIN EN 13657: 2003-01			X

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	L8	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	83,9
--------------	----	-----------------------	-----	-------	------

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	L8	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg / kg TS	< 0,5
-----------------	----	------------------------	-----	------------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01

Arsen (As)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg / kg TS	4,6
Blei (Pb)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2,0	mg / kg TS	6
Cadmium (Cd)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg / kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	16
Kupfer (Cu)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	7
Nickel (Ni)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	14
Quecksilber (Hg)	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg / kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg / kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,0	mg / kg TS	25

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	L8	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,2
EOX	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg / kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	L8	LAGA KW/04: 2019-09	40,0	mg / kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	L8	LAGA KW/04: 2019-09	40,0	mg / kg TS	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Toluol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
o-Xylol	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G2
			BG	Einheit	777-2022-00013435

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Summe BTEX	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾
------------	----	---------------------------	--	------------	----------------------

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Trichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	L8	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Acenaphthen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Fluoren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Phenanthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Chrysen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg / kg TS	< 0,05

Parametername	Akk.	Methode	Probenreferenz		MP G2
			BG	Einheit	777-2022-00013435

PAK aus der Originalsubstanz

Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	L8	DIN ISO 18287: 2006-05		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
PCB 52	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
PCB 101	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
PCB 153	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
PCB 138	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
PCB 180	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾
PCB 118	L8	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg / kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	L8	DIN EN 15308: 2016-12		mg / kg TS	(n.b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,5
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,5
Leitfähigkeit bei 25°C	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5,0	µS / cm	231

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg / l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg / l	13
Cyanide, gesamt	L8	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg / l	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	0,002
Blei (Pb)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	< 0,001
Cadmium (Cd)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg / l	< 0,0003
Chrom (Cr)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	< 0,001
Kupfer (Cu)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg / l	< 0,005
Nickel (Ni)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg / l	0,001
Quecksilber (Hg)	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg / l	< 0,0002
Zink (Zn)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg / l	< 0,01

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		MP G2
			BG	Einheit	777-2022-00013435

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampf­flüchtig	L8	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg / l	< 0,01
--------------------------------------	----	------------------------------------	------	--------	--------

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2022-00013431	Boden	MP G1		01.04.2022
2	777-2022-00013432	Boden	MP A1		01.04.2022
3	777-2022-00013433	Boden	MP A2		01.04.2022
4	777-2022-00013434	Boden	MP A3		01.04.2022
5	777-2022-00013435	Boden	MP G2		01.04.2022

Akkreditierung

Akkr.-Code	Erläuterung
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.

Kommentare und Bewertungen
zu Ergebnissen:

1) nicht berechenbar

		Zuordnungswerte für Bauschutt bzw. Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 % nach LAGA M20 (1997)					MP A1	MP A2	MP A3
Parameter	Einheit	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	> Z 2	RKS 3 u. 4 0,00/0,20...0,60/1,50m	RKS 5 u. 6 0,00...0,60/2,70m	RKS 6 u. 7 0,00/0,60...0,90m
Feststoffanalytik									
Trockenrückstand	%						85,50	85,80	89,70
pH-Wert (1)	--	5, 5-8	5, 5-8	5-9					
Extrah. org. Halogenverb.(EOX)	mg/kg TS	1	3	5	10	>10	<1,0	<1,0	<1,0
Kohlenwasserstoffe (1)	mg/kg TS	100	300	500	1000	>1000	<50	<50	200
Summe BTEX	mg/kg TS	1	1	3	5	>5	0,14	(n.b.)	1,30
Summe LHKW	mg/kg TS	1	1	3	5	>5	(n.b.)	(n.b.)	(n.b.)
PAK, Summe 16 nach EPA (2)	mg/kg TS	1	5	15	75	>75	10,70	1,14	31,00
Naphthalin	mg/kg TS						0,07	1,07	2,07
Benzo(a)pyren	mg/kg TS						1,10	0,10	4,10
PCB, Summe 6	mg/kg TS	0,02	0,1	0,5	1	>1	(n.b.)	(n.b.)	(n.b.)
Arsen (As)	mg/kg TS	20	30	50	150	>150	9,3	7,2	5,8
Blei (Pb)	mg/kg TS	100	200	300	1000	>1000	64,0	15,0	45,0
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,6	1	3	10	>10	0,4	0,2	0,4
Chrom (Cr)	mg/kg TS	50	100	200	600	>600	80,0	24,0	296,0
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	40	100	200	600	>600	25,0	16,0	33,0
Nickel (Ni)	mg/kg TS	40	100	200	600	>600	16,0	19,0	22,0
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,3	1	3	10	>10	0,08	<0,07	1,02
Thallium (Tl)	mg/kg TS						<0,2	<0,2	<0,2
Zink (Zn)	mg/kg TS	120	300	500	1500	>1500	132,0	67,0	460,0
Cyanid, ges.	mg/kg TS	1	10	30	100	>100	0,9	<0,5	<0,5
Eluatanalytik									
pH-Wert (1)	--	7,0 - 12,5					10,00	8,80	9,50
Leitfähigkeit (Lf)	mS/m	500	1500	2500	3000	>3000	218	117	207
Chlorid	mg/l	10	20	40	150	>150	2,2	1,2	2,5
Sulfat	mg/l	50	150	300	600	>600	39,0	14,0	31,0
Cyanid, ges.	µg/l						10	<5	<5
Phenolindex	µg/l	10	10	50	100	>100	<10	<10	<10
Arsen (As)	µg/l	10	10	40	50	>50	26,0	3,0	7,0
Blei (Pb)	µg/l	20	40	100	100	>100	<1	<1	<1
Cadmium (Cd)	µg/l	2	2	5	5	>5	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom (Cr)	µg/l	15	30	75	100	>100	4	<1	1
Kupfer (Cu)	µg/l	50	50	150	200	>200	5,0	<5	<5
Nickel (Ni)	µg/l	40	50	100	100	>100	2	1	1
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	0,2	1	2	>2	<0,2	<0,2	<0,2
Thallium (Tl)	µg/l								
Zink (Zn)	µg/l	100	100	300	400	>400	<10	<10	<10

0 = nicht nachweisbar
(1) Z 1.1-, Z 1.2- bzw. Z 2Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
(2) Im Einzelfall kann bei bei Z 1.1 bis 20 mg/kg, bei Z 1.2 bis 50 mg/kg und bei Z 2 bis 100 mg/kg abgewichen werden.

		Zuordnungswerte LAGA M20 (2004)/TR Boden						MP G1 RKS 1 u. 2 0,35...1,40m	MP G2 RKS 4, 6 u. 7 0,90/1,50...1,90/2,50m
		bodenähnliche Anwendungen		Einbau in technischen Bauwerken					
		Z 0	Z 0* ⁽¹⁾	Z 1		Z 2	> Z 2		
Parameter	Einheit	Schluff		Z 1.1	Z 1.2				
Feststoffgehalte									
Trockenrückstand	%							82,60	83,90
Arsen (As)	mg/kg TS	15	15	45	150	>150	6,5	4,6	
Blei (Pb)	mg/kg TS	70	140	210	700	>700	10,0	6,0	
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	1	1	3	10	>10	<0,2	<0,2	
Chrom (Cr)	mg/kg TS	60	120	180	600	>600	21,0	16,0	
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	40	80	120	400	>400	10,0	7,0	
Nickel (Ni)	mg/kg TS	50	100	150	500	>500	14,0	14,0	
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,7	0,7	2,1	7	>7	<0,2	<0,2	
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,5	1	1,5	5	>5	<0,07	<0,07	
Zink (Zn)	mg/kg TS	150	300	450	1500	>1500	39	25	
Cyanid, ges.	mg/kg TS	—	—	3	10	>10	<0,5	<0,5	
Org. geb. Kohlenstoff (TOC) ⁽²⁾	%	0,5	0,5	1,5	5	>5	0,20	0,20	
Extrah. org. Halogenverb.(EOX) ⁽³⁾	mg/kg TS	1	1	3	10	>10	<1,0	<1,0	
Kohlenwasserstoffe (C ₁₀ - C ₂₂)	mg/kg TS	100	200	300	1000	>1000	<40	<40	
Kohlenwasserstoffe (C ₁₀ - C ₄₀)	mg/kg TS	100	400	600	2000	>2000	<40	<40	
Summe BTEX	mg/kg TS	1	1	1	1	>1	(n.b.)	(n.b.)	
Summe LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1	>1	(n.b.)	(n.b.)	
PCB, Summe 6	mg/kg TS	0,05	0,1	0,1	1	>1	(n.b.)	(n.b.)	
PAK, Summe 16 nach EPA ⁽⁴⁾	mg/kg TS	3	3	3	30	>30	(n.b.)	(n.b.)	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,6	0,9	3	>3	<0,05	<0,05	
Eluatkonzentration									
pH-Wert	--	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	8,0	8,5	
Leitfähigkeit (Lf)	µS/cm	250		250	1500	2000	>2000	66	231
Chlorid ⁽⁵⁾	mg/l	30		30	50	100	>100	<1,0	<1,0
Sulfat	mg/l	20		20	50	200	>200	2,4	13,0
Cyanid, ges.	µg/l	5					<5	<5	
Arsen (As) ⁽⁶⁾	µg/l	14		14	20	60	<1	2	
Blei (Pb)	µg/l	40		40	80	200	<1	<1	
Cadmium (Cd)	µg/l	1,5		1,5	3	6	<0,3	<0,3	
Chrom (Cr)	µg/l	12,5		12,5	25	60	2	<1	
Kupfer (Cu)	µg/l	20		20	60	100	<5	<5	
Nickel (Ni)	µg/l	15		15	20	70	1	1	
Quecksilber (Hg)	µg/l	<0,5		<0,5	1	2	<0,2	<0,2	
Zink (Zn)	µg/l	150		150	200	600	<10	<10	
Phenolindex	µg/l	20		20	40	100	<10	<10	

(n.b.) = nicht bestimmbar

(1) Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (s. Ausnahmen von der Regel, LAGA M20, Nr. II.1.2.3.2).

(2) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.

(3) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

(4) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten von > 3 - 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

(5) Bei natürlichen Böden beträgt der Z 2-Grenzwert in Ausnahmefällen 300 mg/l.

(6) Bei natürlichen Böden beträgt der Z 2-Grenzwert in Ausnahmefällen 120 µg/l.

Tabelle 1: Homogenbereiche gem. DIN 18300 (Lösen, Laden, Fördern) für Boden

Homogenbereich		LÖS - A		
Schichteinheit		1	2	3
Ortsübliche Bezeichnung		Grob-/ Gemschicht- körnige Auffüllungen	Feinkörnige- Auffüllungen	Schluffe
Massenanteile	Ton ¹ %	< 5	< 5	< 5...15
	Schluff ¹ %	< 5...30	30...95	55...95
	Sand ¹ %	15...60	5...40	5...40
	Kies ¹ %	40...85	< 5...40	< 5
	Steine ² %	< 10	< 10	< 10
	Blöcke ² %	< 5	< 5	< 5
	große Blöcke ² %	< 5	< 5	< 5
mineralogische Zusammensetzung ³ von Steinen und Blöcken		n. e.	n. e.	n. e.
Dichte ρ ⁴ t/m ³		1,65...2,40	1,75...2,10	1,75...2,20
Kohäsion ⁵ kN/m ²		0	0...10	5...15
undräßierte Scherfestigkeit ⁶ kN/m ²		k. A.	5...150	5...300
Sensitivität ⁶ —		n. e.	n. e.	n. e.
Wassergehalt (w) ⁷ %		3...20	15...28	14...28
Plastizitätszahl (I_p) ⁸ %		k. A.	4...11	4...16
Konsistenzzahl (I_c) ⁸ —		k. A.	< 0,25...0,85	0,50...0,85
Durchlässigkeit (k_f) ⁹ m/s		n. e.	n. e.	n. e.
Lagerungsdichte (D) ¹⁰ —		0,25...0,75	k. A.	k. A.
Organischer Anteil (V_{gl}) ¹¹ %		< 2	< 2...20	< 2
Benennung/Beschreibung organischer Böden ²		n. e.	n. e.	n. e.
Abrasivität (LAK) ¹² g/t		100...1250	50...750	50...500
Bodengruppe gem. DIN 18196		GW/GI, SW/SI, GU/GU+	UL	UL, TL

Alle Angaben von Eigenschaften bzw. Kennwerten beziehen sich auf den Zustand vor dem Lösen.
In den schraffierten Feldern sind Angaben nicht erforderlich.

¹nach DIN 18123; ²nach DIN EN ISO 14688-1; ³nach DIN EN ISO 14689-1; ⁴nach DIN 18125-2; ⁵nach DIN 18137;

⁶DIN EN ISO 4094-4; ⁷nach DIN EN ISO 17892-1; ⁸nach DIN 18122-1; ⁹nach DIN 18130; ¹⁰nach DIN EN ISO 14688-2;

¹¹nach DIN 18128; ¹²nach NF P18-579; k. A. = keine Angabe; n. e. = nicht erforderlich

Tabelle 2: Homogenbereiche gem. DIN 18300 (Einbauen und Verdichten) für Boden

Homogenbereich		EIN - A	EIN - B	
Schichteinheit		1	2	3
Ortsübliche Bezeichnung		Grob-/ Gemschicht- körnige Auffüllungen	Feinkörnige- Auffüllungen	Schluffe
Massenanteile	Ton ¹ %	< 5	< 5	< 5...15
	Schluff ¹ %	< 5...30	30...95	55...95
	Sand ¹ %	15...60	5...40	5...40
	Kies ¹ %	40...85	< 5...40	< 5
	Steine ² %	< 10	< 10	< 10
	Blöcke ² %	< 5	< 5	< 5
	große Blöcke ² %	< 5	< 5	< 5
mineralogische Zusammensetzung ³ von Steinen und Blöcken		n. e.	n. e.	n. e.
Dichte ρ ⁴ t/m ³		1,65...2,40	1,75...2,10	1,75...2,20
Kohäsion ⁵ kN/m ²		0	0...10	5...15
undräßierte Scherfestigkeit ⁶ kN/m ²		k. A.	5...150	5...300
Sensitivität ⁶ —		n. e.	n. e.	n. e.
Wassergehalt (w) ⁷ %		3...20	15...28	14...28
Plastizitätszahl (I_p) ⁸ %		k. A.	4...11	4...16
Konsistenzzahl (I_c) ⁸ —		k. A.	< 0,25...0,85	0,50...0,85
Durchlässigkeit (k_f) ⁹ m/s		n. e.	n. e.	n. e.
Lagerungsdichte (D) ¹⁰ —		0,25...0,75	k. A.	k. A.
Organischer Anteil (V_{gl}) ¹¹ %		< 2	< 2...20	< 2
Benennung/Beschreibung organischer Böden ²		n. e.	n. e.	n. e.
Abrasivität (LAK) ¹² g/t		100...1250	50...750	50...500
Bodengruppe gem. DIN 18196		GW/GI, SW/SI, GU/GU+	UL	UL, TL

Alle Angaben von Eigenschaften bzw. Kennwerten beziehen sich auf den Zustand vor dem Lösen.
In den schraffierten Feldern sind Angaben nicht erforderlich.

¹nach DIN 18123; ²nach DIN EN ISO 14688-1; ³nach DIN EN ISO 14689-1; ⁴nach DIN 18125-2; ⁵nach DIN 18137;

⁶DIN EN ISO 4094-4; ⁷nach DIN EN ISO 17892-1; ⁸nach DIN 18122-1; ⁹nach DIN 18130; ¹⁰nach DIN EN ISO 14688-2;

¹¹nach DIN 18128; ¹²nach NF P18-579; k. A. = keine Angabe